



⑮ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 18 421 A 1**

⑤ Int. Cl.⁶
F 02 M 37/08
B 60 K 15/01

⑲ Aktenzeichen: 198 18 421.2
⑳ Anmeldetag: 24. 4. 98
㉑ Offenlegungstag: 28. 10. 99

DE 198 18 421 A 1

⑦① Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦② Erfinder:
Rembold, Helmut, 70435 Stuttgart, DE; Frank, Kurt,
73614 Schorndorf, DE

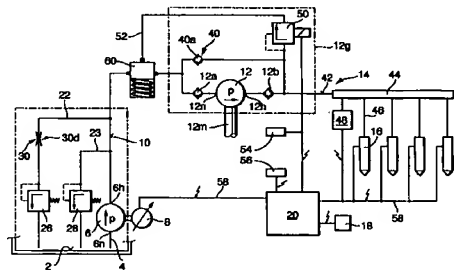
⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 37 05 848 C2
DE 197 27 413 A1
DE 196 22 071 A1
DE 195 39 885 A1
DE 40 19 083 A1
DE 40 16 055 A1
DE 37 10 127 A1
DE 689 25 733 T2
US 53 13 923
US 48 00 859
EP 06 51 152 B1
EP 03 36 060 A3

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Kraftstoffversorgungsanlage einer Brennkraftmaschine

⑤⑦ Bei Kraftstoffversorgungsanlagen mit zwei in Reihe geschalteten Kraftstoffpumpen und direkt in den Brennraum einspritzenden Kraftstoffventilen gab es bisher gelegentlich Probleme.
Es wird vorgeschlagen, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) zur Beseitigung dieser Probleme, insbesondere während des Startvorgangs und bei hoher Kraftstofftemperatur, mit erhöhter Förderleistung arbeitet.
Die Kraftstoffversorgungsanlage ist für eine Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs vorgesehen.



DE 198 18 421 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bisher gab es Kraftstoffversorgungsanlagen, bei denen eine erste Kraftstoffpumpe aus einem Kraftstoffvorratsbehälter Kraftstoff über eine Kraftstoffverbindung zu einer zweiten Kraftstoffpumpe fördert. Die zweite Kraftstoffpumpe ihrerseits fördert den Kraftstoff über eine Druckleitung zu mindestens einem Kraftstoffventil. Üblicherweise ist die Anzahl der Kraftstoffventile gleich der Anzahl der Zylinder der Brennkraftmaschine. Die Kraftstoffversorgungsanlage kann so gebaut sein, daß das Kraftstoffventil den Kraftstoff direkt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Beim Betrieb dieser Kraftstoffversorgungsanlage ist ein hoher Druck in der zum Kraftstoffventil führenden Druckleitung erforderlich. Aus Sicherheitsgründen und wegen nie ganz auszuschließender Undichtheit des Kraftstoffventils in den Brennraum ist es zweckmäßig nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine den Druck in der Kraftstoffverbindung und in der Druckleitung der Kraftstoffversorgungsanlage ganz oder zumindest weitgehend abzubauen.

Wenn der Druck bei abgestellter Brennkraftmaschine in der Kraftstoffversorgungsanlage weitgehend bzw. ganz abgebaut wird, dann kann sich in der Kraftstoffverbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe bzw. in der Druckleitung zwischen der zweiten Kraftstoffpumpe und dem Kraftstoffventil eine Dampfblase bilden. Die Größe der Dampfblase, bzw. die Anzahl und Größe der Einzelblasen der Dampfblase, hängt unter anderem insbesondere von der nach dem Abstellen der Brennkraftmaschine im Motorraum herrschenden Temperatur ab. Die Dampfblase muß vor einem erneuten Start der Brennkraftmaschine aus den Leitungen gespült oder komprimiert werden. Weil die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe während des Startens der Brennkraftmaschine relativ gering ist, und es deshalb sehr lange dauern würde, bis die Dampfblase in der Druckleitung komprimiert ist, was lange Anlaufzeiten zum Starten der Brennkraftmaschine zur Folge haben würde, wird in der deutschen Offenlegungsschrift DE 195 39 885 A1 vorgeschlagen, daß die erste Kraftstoffpumpe den Kraftstoff unter Umgehung der zweiten Kraftstoffpumpe direkt in die zum Kraftstoffventil führende Druckleitung fördert. Weil aber die erste Kraftstoffpumpe für den normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine ausgelegt ist, mußte festgestellt werden, daß das in der DE 195 39 885 A1 vorgeschlagene Startverfahren zwar zu einer deutlichen Verkürzung der Startzeit führt, die aber nicht unter allen Bedingungen so kurz ist, daß dadurch sämtliche denkbaren Wünsche erfüllt sind.

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 bietet die vorteilhafte Möglichkeit, daß die von der ersten Kraftstoffpumpe geförderte Menge an Kraftstoff der augenblicklich herrschenden Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine bedarfsgerecht angepaßt werden kann.

Insbesondere ist es dadurch auf vorteilhafte Weise möglich, daß während des Startens der Brennkraftmaschine die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe erhöht wird, wodurch sich die Startzeit der Brennkraftmaschine wesentlich reduzieren läßt.

Durch die erhöhte Förderleistung während des Startens der Brennkraftmaschine kann eine eventuelle Dampfblase innerhalb des Systems sehr schnell beseitigt werden, was zu einer wesentlichen Verkürzung des Startvorgangs führt.

Ein weiterer Vorteil ist, daß bei Bedarf auch nach dem Starten der Brennkraftmaschine während des normalen Betriebszustands die von der ersten Kraftstoffpumpe geförderte Kraftstoffmenge bedarfsgerecht angepaßt werden kann.

Die veränderbare Förderleistung kann vorteilhafterweise der jeweils herrschenden Betriebsbedingung angepaßt werden. Dadurch können beispielsweise bei höheren Temperaturen sonst auftretende Schwierigkeiten leicht vermieden werden.

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen der Kraftstoffversorgungsanlage nach dem Anspruch 1 möglich.

Wird die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe dadurch verändert, daß sie mit unterschiedlicher Drehzahl angetrieben wird, so erhält man den Vorteil, daß auch bei Verwendung einer kostengünstig herstellbaren und bewährten Kraftstoffpumpe die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe auf einfache Art und Weise verändert werden kann.

Wird die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe während des Startens der Brennkraftmaschine erhöht, so verkürzt sich dadurch die Startzeit der Brennkraftmaschine vorteilhafterweise deutlich.

Wird die erste Kraftstoffpumpe so betrieben, daß sie bei höherer Temperatur mit größerer Förderleistung arbeitet, dann kann dadurch auf einfache Weise die Bildung von Dampfblasen und daraus resultierende unregelmäßige Förderung der zweiten Kraftstoffpumpe vermieden werden.

Wenn die erste Kraftstoffpumpe bei höherer Temperatur mit größerer Förderleistung arbeitet, dann kann die erste Kraftstoffpumpe so ausgelegt werden, daß sie bei normaler Temperatur und bei niedriger Temperatur des Kraftstoffs mit geringerer Förderleistung arbeitet, was die Dauerhaltbarkeit der ersten Kraftstoffpumpe verlängert und die zum Antreiben der ersten Kraftstoffpumpe erforderliche durchschnittliche Antriebsleistung reduziert.

Wird die erste Kraftstoffpumpe für das Starten der Brennkraftmaschine mit Überdrehzahl betrieben, so erhält man den Vorteil, daß die Kraftstoffpumpe auch dann, wenn sie während des Startens eine erhöhte Förderleistung erbringt, nicht größer und aufwendiger gebaut sein muß. Weil das Starten der Brennkraftmaschine nur kurze Zeit dauert, muß auch dann, wenn die erste Kraftstoffpumpe während des Startens mit Überdrehzahl betrieben wird, keine unzulässige Verkürzung der Dauerhaltbarkeit der ersten Kraftstoffpumpe befürchtet werden. Man hat trotz kurzzeitig erhöhter Förderleistung den Vorteil einer kleinbauenden Kraftstoffpumpe und eines kleinbauenden Antriebsmotors.

Durch Verändern der Antriebsdrehzahl des die erste Kraftstoffpumpe antreibenden Elektromotors läßt sich die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe auf vorteilhafte Weise sehr einfach und ohne großen Aufwand realisieren.

Durch Zuschalten bzw. durch Überbrücken des elektrischen Vorwiderstands kann die Drehzahl und damit die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe ohne großen baulichen Aufwand sehr einfach verändert werden.

Sind zwei Drucksteuerventile zum Überwachen des in der Kraftstoffverbindung zwischen der ersten Kraftstoffpumpe und der zweiten Kraftstoffpumpe herrschenden Speisedrucks vorgesehen, wobei eines der beiden Drucksteuerventile den Druck beispielsweise während des Startens der Brennkraftmaschine und das andere Drucksteuerventil den Speisedruck während des normalen Betriebs der Brennkraft-

maschine überwacht, so erhält man dadurch den Vorteil, daß der Druck in der Kraftstoffverbindung bedarfsgerecht mit engen Toleranzgrenzen die vorgesehene Höhe erreicht. Insbesondere ist auch während des Startens der Brennkraftmaschine, auch dann, wenn die erste Kraftstoffpumpe mit stark erhöhter Förderleistung arbeitet, eine genau definierte Höhe des Spisedrucks gewährleistet.

Aus der Einspritzzeit des mindestens einen Kraftstoffventils bzw. aus der Motordrehzahl der Brennkraftmaschine, insbesondere wenn sowohl die Einspritzzeit als auch die Motordrehzahl berücksichtigt werden, kann der Bedarf an zu förderndem Kraftstoff vorteilhafterweise sehr leicht ermittelt werden. Die Einspritzzeit und die Motordrehzahl werden üblicherweise zur Steuerung der Brennkraftmaschine aus verschiedenen Gründen von der Motorsteuerung erfaßt, so daß diese Werte zur Steuerung der Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe ohne Aufwand zur Verfügung stehen. Insbesondere muß trotz der gebotenen Möglichkeit zur genauen bedarfsgerechten Steuerung der ersten Kraftstoffpumpe kein Drucksensor in der Kraftstoffverbindung vorgesehen werden, was einen zusätzlichen nicht unerheblichen Aufwand bedeuten würde.

Wird eine den Spisedruck beeinflussende Ventileinrichtung vorgesehen und wird die Ventileinrichtung so ausgebildet, daß die Ventileinrichtung einen vom Durchflußstrom des Kraftstoffs abhängigen Durchflußwiderstand besitzt, dann kann vorteilhafterweise auf eine elektrische Ansteuerbarkeit der Ventileinrichtung verzichtet werden, was den Herstellungsaufwand wesentlich verringert.

Die Möglichkeit zur elektrischen Ansteuerung der Ventileinrichtung bietet den zusätzlichen Vorteil, den Spisedruck beispielsweise über eine Steuerungseinrichtung anhand eines der Steuerungseinrichtung eingegebenen Programms elektrisch zu steuern.

Zeichnung

Ausgewählte, besonders vorteilhafte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen die Fig. 1 und 2 je ein ausgewähltes, besonders vorteilhaft ausgebildetes Ausführungsbeispiel der Kraftstoffversorgungsanlage und die Fig. 3 beispielhaft weitere vorteilhafte Einzelheiten der erfindungsgemäßen Kraftstoffversorgungsanlage.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Die erfindungsgemäße Kraftstoffversorgungsanlage zum Zumessen von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine kann bei verschiedenen Arten von Brennkraftmaschinen verwendet werden. Die Brennkraftmaschine ist beispielsweise ein Ottomotor mit äußerer oder innerer Gemischbildung und Fremdzündung, wobei der Motor mit einem hin- und hergehenden Kolben (Hubkolbenmotor) oder mit einem drehbar gelagerten Kolben (Winkel-Kolbenmotor) versehen sein kann. Die Brennkraftmaschine kann beispielsweise auch ein Hybridmotor sein. Bei diesem Motor mit Ladungsschichtung wird das Kraftstoff-Luftgemisch im Brennraum im Bereich der Zündkerze so weit angereichert, daß eine sichere Entflammung garantiert ist, die Verbrennung im Mittel aber bei stark abgemagertem Gemisch stattfindet.

Der Gaswechsel im Brennraum der Brennkraftmaschine kann beispielsweise nach dem Viertaktverfahren oder nach dem Zweitaktverfahren erfolgen. Zur Steuerung des Gaswechsels im Brennraum der Brennkraftmaschine können in bekannter Weise Gaswechselventile (Einlaßventile und Auslaßventile) vorgesehen sein. Die Brennkraftmaschine

kann so ausgebildet sein, daß mindestens ein Kraftstoffventil den Kraftstoff direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine spritzt. Die Steuerung der Leistung der Brennkraftmaschine erfolgt je nach Betriebsmodus durch Steuerung der dem Brennraum zugeführten Menge an Kraftstoff. Es gibt aber auch einen Betriebsmodus, bei dem die für die Verbrennung des Kraftstoffs dem Brennraum zugeführte Luft mit einer Drosselklappe gesteuert wird. Auch über die Stellung der Drosselklappe kann die von der Brennkraftmaschine abzugebende Leistung gesteuert werden.

Die Brennkraftmaschine besitzt beispielsweise einen Zylinder mit einem Kolben, oder sie kann mit mehreren Zylindern und mit einer dementsprechenden Anzahl Kolben versehen sein. Vorzugsweise ist je Zylinder je ein Kraftstoffventil vorgesehen.

Um den Umfang der Beschreibung nicht unnötig umfangreich ausfallen zu lassen, beschränkt sich die nachfolgende Beschreibung der Ausführungsbeispiele auf einen Hubkolbenmotor mit vier Zylindern als Brennkraftmaschine, wobei die vier Kraftstoffventile den Kraftstoff, üblicherweise Benzin, direkt in den Brennraum der Brennkraftmaschine hineinspritzen. Je nach Betriebsmodus kann die Leistung der Brennkraftmaschine über Steuerung der eingespritzten Kraftstoffmenge oder über eine Drosselung der einströmenden Luft gesteuert werden. Bei Leerlauf und unterer Teillast erfolgt eine Ladungsschichtung mit Kraftstoffanreicherung im Bereich der Zündkerze. Dabei ist das Gemisch außerhalb dieses Bereichs um die Zündkerze sehr mager. Bei Vollast bzw. oberer Teillast wird eine homogene Verteilung zwischen Kraftstoff und Luft im gesamten Brennraum angestrebt.

Bei der nachfolgenden Beschreibung wird vereinfachend zwischen einem Betriebszustand der Brennkraftmaschine und einem Startvorgang unterschieden. Nachfolgend wird unter dem Startvorgang der Vorgang vom Beginn des Startens der Brennkraftmaschine bis zum Erreichen des Betriebszustands verstanden. Unter dem Ausdruck Betriebszustand soll nachfolgend der Betrieb der Brennkraftmaschine unter Betriebsbedingung nach Abschluß des Startvorgangs verstanden werden, wobei die Betriebsbedingung sehr verschieden sein kann. Beim Betriebszustand wird nachfolgend zwischen einem Betriebszustand bei niedrigen bzw. mittleren bzw. gemäßigten Temperaturen und einem Betriebszustand bei höheren Temperaturen unterschieden. Die Betriebsbedingung ist sehr unterschiedlich, je nachdem, ob die Brennkraftmaschine gerade gestartet wird und welche Temperaturen während und nach dem Starten herrschen.

Die Fig. 1 zeigt einen Kraftstoffvorratsbehälter 2, eine Saugleitung 4, eine erste Kraftstoffpumpe 6, einen Elektromotor 8, eine Kraftstoffverbindung 10, eine zweite Kraftstoffpumpe 12, eine Druckleitung 14, vier Kraftstoffventile 16, eine Energieversorgungseinheit 18 und eine elektrische bzw. elektronische Steuerungseinrichtung 20. Die Kraftstoffventile 16 werden in Fachkreisen häufig als Einspritzventile oder Injektoren bezeichnet.

Die erste Kraftstoffpumpe 6 besitzt eine Druckseite 6h und eine Saugseite 6n. Die zweite Kraftstoffpumpe 12 hat eine Hochdruckseite 12h und eine Niederdruckseite 12n. Die Kraftstoffverbindung 10 führt von der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 zur Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12. Aus der Kraftstoffverbindung 10 zweigt eine Kraftstoffleitung 22 ab. Über die Kraftstoffleitung 22 kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 direkt in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeleitet werden. Aus der Kraftstoffverbindung 10 zweigt noch eine weitere Kraftstoffleitung 23 ab. Auch über die weitere Kraftstoffleitung 23 kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 direkt in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückgeleitet

werden. Die beiden Kraftstoffleitungen 22, 23 wirken hydraulisch parallel, können aber mindestens streckenweise in einem gemeinsamen Kanal verlaufen.

In der Kraftstoffleitung 22 ist Druckregelventil bzw. Drucksteuerventil 26 und eine Ventileinrichtung 30 vorgesehen. Das Drucksteuerventil 26 und die Ventileinrichtung 30 sind hydraulisch wirkungsmäßig hintereinandergeschaltet. D. h., das Drucksteuerventil 26 und die Ventileinrichtung 30 befinden sich schaltungsmäßig in Reihe. Die Ventileinrichtung 30 kann, in Strömungsrichtung betrachtet, vor oder hinter dem Drucksteuerventil 26 vorgesehen sein. Das Drucksteuerventil 26 und die Ventileinrichtung 30 können auch in Form eines einzigen Ventilelements realisiert sein. Das Drucksteuerventil 26 arbeitet wie ein Druckbegrenzungsventil bzw. wie ein Differenzdruckventil; es sorgt dafür, daß zwischen seinem Eingang und seinem Ausgang ein weitgehend konstanter Druck herrscht.

Die Ventileinrichtung 30 ist bei dem in der Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel in Form eines festen Drosselventils 30d realisiert. Das Drosselventil 30d der Ventileinrichtung 30 ist vorzugsweise so ausgelegt, daß der Durchflußwiderstand des Drosselventils 30d in Abhängigkeit von der Größe des durchfließenden Kraftstoffstromes quadratisch ansteigt. Die Ventileinrichtung 30 dient dazu, um bei Bedarf den Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 anzuheben.

In der weiteren Kraftstoffleitung 23 ist ein weiteres Druckregelventil bzw. Drucksteuerventil 28 vorgesehen. Das weitere Drucksteuerventil 28 arbeitet wie ein Druckbegrenzungsventil bzw. wie ein Differenzdruckventil, und es ist geschlossen, wenn der Druck an seinem Eingang unterhalb eines bestimmten Wertes liegt. Das Drucksteuerventil 28 ist geöffnet, wenn der eingangsseitige Druck einen bestimmten eingestellten, vom Drucksteuerventil 28 gehaltenen Wert überschreitet. Das weitere Drucksteuerventil 28 kann dafür sorgen, daß der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 einen bestimmten maximalen Wert nicht überschreitet.

Der von dem weiteren Drucksteuerventil 28 geregelte Druck ist wesentlich höher als der von dem Drucksteuerventil 26 gehaltene Druck. Das Drucksteuerventil 26 regelt den Druck auf seiner Eingangsseite beispielsweise auf 3 bar, was 300 kPa entsprechen. Das weitere Drucksteuerventil 28 ist beispielsweise auf einen Druck von 9 bar eingestellt, was 900 kPa entsprechen.

Die erste Kraftstoffpumpe 6 wird von dem Elektromotor 8 angetrieben. Die erste Kraftstoffpumpe 6, der Elektromotor 8, das Drucksteuerventil 26, das weitere Drucksteuerventil 28 und die Ventileinrichtung 30 befinden sich im Bereich des Kraftstoffvorratsbehälters 2. Diese Teile sind vorzugsweise außen am Kraftstoffvorratsbehälter 2 angeordnet oder befinden sich innerhalb des Kraftstoffvorratsbehälters 2, was durch eine strichpunktierte Linie symbolhaft dargestellt ist.

Über ein mechanisches Übertragungsmittel 12m ist die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch mit einer nicht dargestellten Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt. Da die zweite Kraftstoffpumpe 12 mechanisch starr an die Abtriebswelle der Brennkraftmaschine gekoppelt ist, arbeitet die zweite Kraftstoffpumpe 12 rein proportional zur Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine. Die Drehzahl der Abtriebswelle ist, je nach augenblicklicher Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine, sehr unterschiedlich. Bei der Abtriebswelle handelt es sich beispielsweise um eine Kurbelwelle der Brennkraftmaschine.

In der Kraftstoffverbindung 10, auf der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12, befindet sich ein eingangsseitiges Rückschlagventil 12a. In der Druckleitung 14, auf der Hochdruckseite 12h der zweiten Kraftstoffpumpe

12, ist ein ausgangsseitiges Rückschlagventil 12b vorgesehen. Je nach Ausführungsart der zweiten Kraftstoffpumpe 12 kann gegebenenfalls auf die Rückschlagventile 12a, 12b verzichtet werden.

5 Wirkungsmäßig parallel zur zweiten Kraftstoffpumpe 12 führt eine Durchlaßeinrichtung 40 von der Kraftstoffverbindung 10 in die Druckleitung 14. Die Durchlaßeinrichtung 40 umfaßt ein Rückschlagventil 40a. Das Rückschlagventil 40a ist so angeordnet, daß die erste Kraftstoffpumpe 6 den Kraftstoff, ohne von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 wesentlich behindert zu sein, in die Druckleitung 14 fördern kann. Das Rückschlagventil 40a in der Durchlaßeinrichtung 40 verhindert ein Zurückströmen des von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 geförderten Kraftstoffs von der Druckleitung 14 zurück in die Kraftstoffverbindung 10. Über die Durchlaßeinrichtung 40 kann die erste Kraftstoffpumpe 6 unter Umgehung der zweiten Kraftstoffpumpe 12 direkt in die zu den Kraftstoffventilen 16 führende Druckleitung 14 fördern.

Die zweite Kraftstoffpumpe 12 befindet sich innerhalb eines mit strichpunktierten Linien symbolhaft angedeuteten Pumpengehäuses 12g. Auch die Rückschlagventile 12a, 12b und die Durchlaßeinrichtung 40 können sich innerhalb des Pumpengehäuses 12g befinden.

Die von der zweiten Kraftstoffpumpe 12 zu den Kraftstoffventilen 16 führende Druckleitung 14 kann vereinfachend unterteilt werden in einen Leitungsabschnitt 42, einen Speicherraum 44 und in Verteilungen 46. Die Kraftstoffventile 16 sind über je eine Verteilung 46 an dem Speicherraum 44 angeschlossen. Ein Drucksensor 48 ist an den Speicherraum 44 angeschlossen und sensiert den jeweiligen Druck des Kraftstoffs in der Druckleitung 14. Entsprechend diesem Druck gibt der Drucksensor 48 ein elektrisches Signal an die Steuerungseinrichtung 20.

An die Druckleitung 14 ist ein durch die Steuerungseinrichtung 20 elektrisch steuerbares Druckventil 50 angeschlossen. Je nach Ansteuerung des Druckventils 50 wird Kraftstoff aus der Druckleitung 14 über eine Rückleitung 52 in die Kraftstoffverbindung 10 geleitet. In der Kraftstoffverbindung 10 ist ein Dämpfungspeicher 60 vorgesehen.

Die Kraftstoffversorgungsanlage umfaßt ferner einen Sensor 54 oder mehrere Sensoren 54 und einen Fahrpedalsensor 56. Die Sensoren 54, 56 sensieren die Betriebsbedingung, unter der die Brennkraftmaschine arbeitet. Die Betriebsbedingung für die Brennkraftmaschine kann sich aus mehreren Einzel-Betriebsbedingungen zusammensetzen. Die Einzel-Betriebsbedingungen sind beispielsweise: Temperatur des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10, Temperatur des Kraftstoffs in der Druckleitung 14, Lufttemperatur, Kühlwassertemperatur, Öltemperatur, Motordrehzahl der Brennkraftmaschine bzw. Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine, Zusammensetzung des Abgases der Brennkraftmaschine, Einspritzzeit der Kraftstoffventile 16 usw. Der Fahrpedalsensor 56 befindet sich im Bereich des Fahrpedals und erfährt, als weitere Einzel-Betriebsbedingung, die Stellung des Fahrpedals und damit die vom Fahrer gewünschte Geschwindigkeit.

Der Elektromotor 8, die Kraftstoffventile 16, der Drucksensor 48, das Druckventil 50 und die Sensoren 54, 56 sind über elektrische Leitungen 58 mit der Energieversorgungseinheit 18 und mit der Steuerungseinrichtung 20 verbunden. Die elektrische Leitung 58 zwischen den Kraftstoffventilen 16 und der Steuerungseinrichtung 20 ist so ausgeführt, daß die Steuerungseinrichtung 20 jedes der Kraftstoffventile 16 separat ansteuern kann. Zwecks besserer Unterscheidung gegenüber den anderen nichtelektrischen Leitungen sind die elektrischen Leitungen 58 mit einem Blitzsymbol markiert.

Bei der ersten Kraftstoffpumpe 6 handelt es sich beispielsweise um eine robuste, einfach herstellbare Verdrän-

gerpumpe, die, angetrieben vom Elektromotor 8, bauartbedingt je Umdrehung eine bestimmte konstante Menge Kraftstoff fördert. Der Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 auf der Druckseite 6h der ersten Kraftstoffpumpe 6 wird nachfolgend als Speisepdruck bezeichnet.

Die Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe 6 ist veränderbar. Die Veränderung der Förderleistung geschieht vorzugsweise dadurch, daß die erste Kraftstoffpumpe 6 mit unterschiedlicher Drehzahl betrieben wird. Dadurch erspart man sich den hohen Aufwand für eine Pumpe mit veränderbarem spezifischen Fördervolumen. Weil die erste Kraftstoffpumpe 6 von dem Elektromotor 8 angetrieben wird, kann die Drehzahl der ersten Kraftstoffpumpe 6 sehr leicht durch Veränderung der Antriebsdrehzahl des Elektromotors 8 verändert werden. Die Veränderung der Antriebsdrehzahl des Elektromotors 8 geschieht vorzugsweise durch die Steuerungseinrichtung 20. Die zweite Kraftstoffpumpe 12 fördert den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 in die Druckleitung 14. Die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 12 hängt von der Drehzahl der Abtriebswelle der Brennkraftmaschine ab und schwankt somit erheblich.

Je nach Signal des Drucksensors 48 und je nach Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine steuert die Steuerungseinrichtung 20 das Druckventil 50. Der Druck in der Druckleitung 14 kann während des normalen Betriebszustands beispielsweise um die 100 bar betragen, was 10 MPa entsprechen.

Bei abgestellter Brennkraftmaschine wird üblicherweise der Kraftstoff in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 aus Sicherheitsgründen und damit bei eventueller Leckage eines der Kraftstoffventile 16 kein Kraftstoff in den Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann, druckentlastet. Bei abgestellter Brennkraftmaschine ist der Druck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 üblicherweise nahe bei Atmosphärendruck bzw. geringfügig darüber. Je nach Umgebungstemperatur der Kraftstoffverbindung 10 und der Druckleitung 14 und je nach verwendetem Kraftstoff befindet sich bei abgestellter Brennkraftmaschine gegebenenfalls eine mehr oder weniger große Dampfblase in der Kraftstoffverbindung 10 bzw. in der Druckleitung 14. Die Dampfblase kann aus mehreren Einzelblasen bestehen.

Bei einem Startvorgang, besonders aber wenn die Steuerungseinrichtung 20 infolge eines eingegebenen Programms anhand von Sensorsignalen der Meinung sein sollte, daß sich eine Dampfblase gebildet haben könnte, wird zu Beginn des Startvorgangs der die erste Kraftstoffpumpe 6 antreibende Elektromotor 8 gestartet. Dabei wird der Elektromotor 8 so betrieben, daß er mit wesentlich erhöhter Antriebsdrehzahl arbeitet, wodurch die erste Kraftstoffpumpe 6 einen gegenüber dem bei normaler Kraftstofftemperatur herrschenden normalen Betriebszustand entsprechend erhöhten Förderstrom liefert. Weil während des Startvorgangs eine erhöhte Menge an Kraftstoff in die Kraftstoffverbindung 10 geliefert wird, aber von den Kraftstoffventilen 16 nur wenig Kraftstoff abgenommen wird, strömt im Vergleich zum normalen Betriebszustand eine übergroße Menge an Kraftstoff durch das Drosselventil 30d in der Kraftstoffleitung 22. Weil das Drosselventil 30d einen relativ kleinen freien Querschnitt hat und deshalb so ausgebildet ist, daß der Durchflußwiderstand durch das Drosselventil 30d bei zunehmendem durchströmendem Kraftstoff überproportional zunimmt, ist während des Startens der durch das Drosselventil 30d hervorgerufene Staudruck wesentlich erhöht.

Dieser dadurch entstehende Staudruck des Drosselventils 30d addiert sich zum Druck, der von dem Drucksteuerventil 26 gehalten wird. Dadurch steigt der Wert des Speisedrucks

in der Kraftstoffverbindung 10 während des Startvorgangs deutlich über den normalen Wert des Speisedrucks an, so daß während des Startvorgangs die eventuell in der Kraftstoffverbindung 10 und/oder in der Druckleitung 14 vorhandene Dampfblase sehr schnell komprimiert wird. Durch die Durchlaßeinrichtung 40 kann der von der ersten Kraftstoffpumpe 6 geförderte Kraftstoff auch in die Druckleitung 14 gelangen. Dadurch breitet sich der in der Kraftstoffverbindung 10 herrschende hohe Speisepdruck auch in die Druckleitung 14 aus. Durch diesen relativ hohen Speisepdruck wird die eventuell in der Druckleitung 14 vorhandene Dampfblase komprimiert, bereits bevor die zweite Kraftstoffpumpe 12 richtig zu arbeiten beginnt.

Weil die erste Kraftstoffpumpe 6 während des Startvorgangs mit deutlich erhöhter Förderleistung betrieben wird, steigt der Speisepdruck in der Kraftstoffverbindung 10 wesentlich höher an als wenn die Kraftstoffpumpe 6 mit normaler Förderleistung betrieben würde, und der Kraftstoff kann in größerer Menge und mit höherem Druck durch das Rückschlagventil 40a in der Durchlaßeinrichtung 40 in die Druckleitung 14 und zu den Kraftstoffventilen 16 gelangen.

Zu Beginn des Startvorgangs ist die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 12 null. Anschließend ist während des Startvorgangs die Fördermenge der zweiten Kraftstoffpumpe 12 sehr gering, weshalb, wenn die erste Kraftstoffpumpe 6 die eventuelle Dampfblase nicht beseitigen würde, die Kompression der eventuellen Dampfblase sehr lange dauern würde, was den Startvorgang wesentlich verzögern würde. Weil die erste Kraftstoffpumpe 6 mit dem Elektromotor 8 angetrieben wird, ist es möglich, mit der Kompression der Dampfblase zu beginnen, bevor die zweite Kraftstoffpumpe 12 zu arbeiten beginnt. Die erhöhte Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe 6 verkürzt den Startvorgang zusätzlich wesentlich. Weil die erste Kraftstoffpumpe 6 während des Startvorgangs eine deutlich erhöhte Kraftstoffmenge liefert, geschieht die Kompression der Dampfblase sehr schnell, und der Startvorgang ist vorteilhafterweise sehr kurz.

Weil der Startvorgang nur kurz ist und die erste Kraftstoffpumpe 6 für den Startvorgang nur kurzzeitig mit Überdrehzahl betrieben wird, macht sich die erhöhte Belastung der Kraftstoffpumpe 6 und des Elektromotors 8 in der Dauerhaltbarkeit dieser Bauteile insgesamt betrachtet nicht bemerkbar.

Während des Startvorgangs steigt der Druck in der Kraftstoffverbindung 10 so weit an, bis der am weiteren Drucksteuerventil 28 eingestellte Druck erreicht ist. Mit dem weiteren Drucksteuerventil 28 wird erreicht, daß der Speisepdruck in der Kraftstoffverbindung 10 einen bestimmten maximalen Wert einnimmt, unabhängig von Förder-Toleranzen der ersten Kraftstoffpumpe 6 und unabhängig von Drossel-Toleranzen des Drosselventils 30d. Auch eventuelle Drehzahl-Toleranzen des Elektromotors 8, während er mit überhöhter Drehzahl arbeitet, macht sich wegen des weiteren Drucksteuerventils 28 beim Speisepdruck in der Kraftstoffverbindung 10 nicht bemerkbar. Der Speisepdruck in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 hat einen genau bestimmbareren, einstellbaren maximalen Wert.

Im normalen Betriebszustand, bei normaler Temperatur des Kraftstoffs, wenn die erste Kraftstoffpumpe 6 mit normaler Drehzahl angetrieben wird und die zweite Kraftstoffpumpe 12 einen erheblichen Teil des Kraftstoffs aus der Kraftstoffverbindung 10 abnimmt, und dadurch nur ein kleiner Teil des Kraftstoffs durch die Kraftstoffleitung 22 zum Kraftstoffvorratsbehälter 2 zurückströmt, ist die Drosselung durch das Drosselventil 30d relativ klein, was dazu führt, daß der Speisepdruck in der Kraftstoffverbindung 10 während dieses Betriebszustands kleiner ist als während des

Startvorgangs. Dabei spielt die Drosselung durch das Drosselventil 30d kaum eine Rolle. Bei diesem Betriebszustand bestimmt also im wesentlichen das auf einen niedrigen Druck eingestellte Drucksteuerventil 26 die Höhe des Speisedrucks in der Kraftstoffverbindung 10.

Weil während des Betriebs der Brennkraftmaschine bei steigender Temperatur des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 die Gefahr zunimmt, daß sich in der Kraftstoffverbindung 10 Kraftstoff-Dampfblasen bilden, muß durch ausreichend hohen Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 die Gefahr der Dampfblasenbildung unterdrückt werden.

Deshalb wird vorgeschlagen, daß bei erhöhter Kraftstofftemperatur die erste Kraftstoffpumpe 6 mit erhöhter Drehzahl betrieben wird, wodurch deren Fördermenge ansteigt, dadurch mehr Kraftstoff durch das Drosselventil 30d strömt, was zu einem erhöhten Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 führt.

Weil mit sinkender Kraftstofftemperatur die Gefahr der Dampfblasenbildung abnimmt, genügt es, nur bei erhöhter Kraftstofftemperatur für einen erhöhten Speisedruck zu sorgen. Weil die erste Kraftstoffpumpe 6 bei erhöhter Kraftstofftemperatur mit erhöhter Förderleistung arbeitet, dies aber bei mittleren und niedrigen Temperaturen nicht erforderlich ist, kann bei der vorgeschlagenen Kraftstoffversorgungsanlage bei mittleren und niedrigen Temperaturen der Speisedruck niedriger gewählt werden, als bei einer Ausführung, bei der bei höherer Kraftstofftemperatur keine Anhebung des Speisedrucks erfolgt. Weil also die erste Kraftstoffpumpe 6 bei mittleren und niedrigen Temperaturen nur noch mit erniedrigtem Speisedruck belastet wird, wobei auch die Drehzahl der ersten Kraftstoffpumpe 6 niedriger sein kann, ergibt sich durch die vorgeschlagene Maßnahme eine deutliche Verlängerung der Dauerhaltbarkeit der ersten Kraftstoffpumpe 6 und insgesamt ein geringerer Verbrauch an elektrischer Antriebsenergie durch die erste Kraftstoffpumpe 6.

Zur Steuerung der Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe 6 wird bevorzugt vorgeschlagen, den Sensor 54 so anzuordnen, daß er unmittelbar und direkt die Temperatur des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 mißt. Häufig genügt es aber auch, wenn die Temperatur an einer anderen Stelle, beispielsweise die Temperatur des Kraftstoffs in der Druckleitung 14 oder die Temperatur des Kühlwassers der Brennkraftmaschine, zur Steuerung der Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe 6 berücksichtigt wird. Wird, um beispielsweise einen zusätzlichen Sensor einzusparen, nicht unmittelbar die Kraftstofftemperatur in der Kraftstoffverbindung 10 sensiert, sondern beispielsweise nur die Temperatur des Kühlwassers, so kann doch anhand der Kühlwassertemperatur zumindest näherungsweise auf die vorhandene Kraftstofftemperatur geschlossen werden.

Die in Form des Drosselventils 30d realisierte Ventileinrichtung 30 hat den Vorteil, daß der Speisedruck bei Bedarf, insbesondere während des Startvorgangs und/oder bei hoher Kraftstofftemperatur, angehoben werden kann, ohne daß dazu ein steuerbares und darum aufwendiges Ventil erforderlich ist, was den Herstellungsaufwand der Kraftstoffversorgungsanlage wesentlich vereinfacht.

Bei der vorgeschlagenen Kraftstoffversorgungsanlage bestimmt im normalen Betriebszustand das Drucksteuerventil 26 im wesentlichen den Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10, und während des Startvorgangs bzw. bei hoher Kraftstofftemperatur bestimmt das weitere Drucksteuerventil 28 den Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10. Das weitere Drucksteuerventil 28 sorgt zumindest dafür, daß der Speisedruck einen maximalen Wert nicht überschreitet.

Anhand der Einspritzzeiten der Kraftstoffventile 16 unter Mithinwirkung der Motordrehzahl der Brennkraftma-

schine kann die Menge des von der Brennkraftmaschine benötigten aus der Druckleitung 14 abströmenden Kraftstoffs ermittelt werden. Damit während des normalen Betriebszustands möglichst wenig Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 durch die Kraftstoffleitung 22 ungenutzt in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 abströmt, wird vorgeschlagen, die Drehzahl des Elektromotors 8 so zu steuern, daß von der ersten Kraftstoffpumpe 6 stets genau so viel gefördert wird, wie von den Kraftstoffventilen 16 aus der Kraftstoffleitung entnommen wird. Um Kavitation auf der Niederdruckseite 12n der zweiten Kraftstoffpumpe 12 zu vermeiden wird vorgeschlagen, die erste Kraftstoffpumpe 6 so zu steuern, daß sie stets geringfügig mehr fördert als von den Kraftstoffventilen 16 abgenommen wird.

Soll die aus der Druckleitung 14 entnommene Menge an Kraftstoff noch genauer ermittelt werden, dann kann auch noch für die Berechnung der entnommenen Kraftstoffmenge der durch den Drucksensor 48 ermittelte Druck mitberücksichtigt werden. Durch Ermitteln der Einspritzzeit der Kraftstoffventile 16 unter Mithinwirkung der Motordrehzahl der Brennkraftmaschine und/oder wahlweise des vom Drucksensor 48 in der Druckleitung 14 ermittelten Drucks kann, ohne daß für diesen Zweck zusätzliche Sensoren erforderlich wären, die von der ersten Kraftstoffpumpe 6 zu liefernde Menge an Kraftstoff ziemlich genau gesteuert werden. Dies bietet den Vorteil, daß während des normalen Betriebszustands trotz des nicht steuerbaren Drosselventils 30d in der Kraftstoffleitung 22 der Speisedruck in der Kraftstoffverbindung 10 sehr exakt auf einem vorwählbaren Wert gehalten wird.

Die Fig. 2 zeigt in beispielhafter Form mit geändertem Maßstab einen Ausschnitt eines gegenüber der Fig. 1 abgewandelten weiteren Ausführungsbeispiels. Die nicht in der Fig. 2 dargestellten Teile entsprechen dem in den übrigen Figuren Dargestellten.

In allen Figuren sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit denselben Bezugszeichen versehen. Sofern nichts Gegenteiliges erwähnt bzw. in der Zeichnung dargestellt ist, gilt das anhand eines der Figuren Erwähnte und Dargestellte auch bei den anderen Ausführungsbeispielen. Sofern sich aus den Erläuterungen nichts anderes ergibt, sind die Einzelheiten der verschiedenen Ausführungsbeispiele miteinander kombinierbar.

Bei dem in der Fig. 2 ausschnittsweise dargestellten weiteren Ausführungsbeispiel ist gegenüber der Fig. 1 die Ventileinrichtung 30 in der Weise abgewandelt, daß das in der Fig. 1 dargestellte feste Drosselventil 30d durch ein Schaltventil 30c ersetzt ist.

Das Schaltventil 30c hat eine erste Schaltstellung 30a und eine zweite Schaltstellung 30b. In der ersten Schaltstellung 30a kann Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung 10 durch die Kraftstoffleitung 22 über das Drucksteuerventil 26 in den Kraftstoffvorratsbehälter 2 strömen. Befindet sich die Ventileinrichtung 30 in ihrer zweiten Schaltstellung 30b, dann ist die Kraftstoffleitung 22 abgesperrt.

Im normalen Betriebszustand der Brennkraftmaschine, d. h. nach Abschluß des Startvorgangs der Brennkraftmaschine und bei nicht zu hoher Kraftstofftemperatur, befindet sich die Ventileinrichtung 30 in ihrer ersten Schaltstellung 30a. Während sich die Ventileinrichtung 30 in der ersten Schaltstellung 30a befindet, wird der Speisedruck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 vom Drucksteuerventil 26 bestimmt. Das Drucksteuerventil 26 sorgt dafür, daß im normalen Betriebszustand der Speisedruck des Kraftstoffs in der Kraftstoffverbindung 10 auf einem normalen Wert, beispielsweise bei 3 bar entsprechend 300 kPa, weitgehend konstant gehalten wird.

Während des Startvorgangs bzw. bei erhöhter Kraftstoff-

temperatur ist das Schaltventil 30c der Ventileinrichtung 30 in seine zweite Schaltstellung 30b geschaltet, in der der Durchlaß für den Kraftstoff durch die Kraftstoffleitung 22 geschlossen ist. Wenn die Kraftstoffleitung 22 verschlossen ist, bestimmt das weitere Drucksteuerventil 28 die Höhe des Speisedrucks in der Kraftstoffverbindung 10.

Auch bei dem in der Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel kann durch Erhöhung der Förderleistung der ersten Kraftstoffpumpe 6, durch Erhöhung der Drehzahl des Elektromotors 8, der Druckaufbau in der Kraftstoffverbindung 10 und in der Druckleitung 14 beschleunigt und dadurch die Startzeit wesentlich verkürzt und die Gefahr einer Dampfblasenbildung beseitigt werden.

Die Fig. 3 zeigt weitere Einzelheiten eines bevorzugt ausgewählten Ausführungsbeispiels.

Die Fig. 3 zeigt anhand eines bevorzugt ausgewählten Ausführungsbeispiels, wie die Veränderbarkeit der Antriebsdrehzahl des Elektromotors 8 auf sehr einfache Weise ohne großen technischen Aufwand realisiert werden kann.

In der elektrischen Leitung 58, über die der Elektromotor 8 seine elektrische Energie erhält, ist ein Vorwiderstand 62 vorgesehen. Der Vorwiderstand 62 befindet sich elektrisch in Reihe zum Elektromotor 8. Des Weiteren ist ein Schaltrelais 64 vorgesehen. Das Schaltrelais 64 hat einen Schaltmagneten 64a und einen Schalter 64b. Der Schaltmagnet 64a kann den Schalter 64b öffnen und schließen. Der Schalter 64b befindet sich in der gleichen elektrischen Leitung wie der Vorwiderstand 62 und ist elektrisch parallel zum Vorwiderstand 62 geschaltet.

Das Schaltrelais 64 ist vorzugsweise so ausgeführt, daß bei Bestromung des Schaltmagneten 64a der Schalter 64b geschlossen ist, und bei stromlosem Schaltmagneten 64a ist der Schalter 64b geöffnet.

Damit während des normalen Betriebszustands der Brennkraftmaschine der Elektromotor 8 mit normaler bzw. niedriger Drehzahl arbeitet, ist der Elektromagnet 64a nicht bestromt und der Schalter 64b ist geöffnet. Die Versorgungsspannung ist so bemessen, daß zusammen mit dem in Reihe geschalteten Vorwiderstand 62 am Elektromotor 8 gerade die Spannung anliegt, die für den normalen Betriebszustand vorgesehen ist und die so gewählt wird, daß eine ausreichende Dauerhaltbarkeit des Elektromotors 8 gewährleistet ist.

Bei Bedarf, vorzugsweise während eines Startvorgangs der Brennkraftmaschine und/oder bei erhöhter Kraftstofftemperatur, wird der Schaltmagnet 64a bestromt, und dadurch ist der Schalter 64b geschlossen. Dies führt zu einer Überbrückung des Vorwiderstands 62 und dazu, daß am Elektromotor 8 eine erhöhte Spannung anliegt. Weil aber der Startvorgang nur ziemlich kurz ist und eine erhöhte Kraftstofftemperatur nur zeitweise auftritt, führt dies zu keiner merklichen Reduzierung der Dauerhaltbarkeit des Elektromotors 8 bzw. der ersten Kraftstoffpumpe 6.

Der Vorwiderstand 62 und/oder das Schaltrelais 64 können direkt im Bereich des Elektromotors 8 angeordnet sein oder in die Steuerungseinrichtung 20 integriert sein.

Man kann die Funktion der Durchlaßeinrichtung 40 direkt in die zweite Kraftstoffpumpe 12 integrieren, wenn man eine Pumpe verwendet, die ein Strömen des Kraftstoffs von der Niederdruckseite 12n zur Hochdruckseite 12h nicht oder nur unwesentlich behindert. In diesem Fall kann auf die separate Durchlaßeinrichtung 40 (Fig. 1) verzichtet werden.

Sofern in der vorliegenden Beschreibung bzw. in der Zeichnung bzw. in den Ansprüchen nichts Gegenteiliges angegeben ist, kann die Kraftstoffversorgungsanlage im übrigen so ausgeführt sein, wie es in der deutschen Offenlegungsschrift DE 195 39 885 A1 sowie in der französischen Offenlegungsschrift FR 27 34 601 A1 und in der japani-

sehen Offenlegungsschrift JP 83 34 076 A2 beschrieben und dargestellt ist.

Patentansprüche

1. Kraftstoffversorgungsanlage zum Zuliefern von Kraftstoff für eine Brennkraftmaschine, mit einem Kraftstoffvorratsbehälter, einer ersten Kraftstoffpumpe (6), einer zweiten Kraftstoffpumpe (12) und mit mindestens einem Kraftstoffventil (16), wobei die erste Kraftstoffpumpe (6) den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorratsbehälter in eine Kraftstoffverbindung (10) fördert und die zweite Kraftstoffpumpe (12) den Kraftstoff aus der Kraftstoffverbindung (10) über eine Druckleitung (14) zum Kraftstoffventil (16) fördert, über das der Kraftstoff zumindest indirekt in einen Brennraum der Brennkraftmaschine gelangen kann, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) den Kraftstoff in Abhängigkeit von einer Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine mit veränderbarer Förderleistung in die Kraftstoffverbindung (10) fördert.
2. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) mit unterschiedlicher Drehzahl betreibbar ist.
3. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) für das Starten der Brennkraftmaschine den Kraftstoff mit erhöhter Förderleistung in die Kraftstoffverbindung (10) fördert.
4. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) für das Starten der Brennkraftmaschine mit Überdrehzahl betrieben wird.
5. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) in Abhängigkeit von einer Kraftstofftemperatur arbeitet.
6. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) bei höherer Kraftstofftemperatur mit größerer Förderleistung arbeitet.
7. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) von einem Elektromotor (8) angetrieben wird, wobei die Antriebsdrehzahl des Elektromotors (8) in Abhängigkeit von der Betriebsbedingung der Brennkraftmaschine veränderbar ist.
8. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zum Elektromotor (8) ein elektrischer Vorwiderstand (62) elektrisch in Reihe schaltbar ist.
9. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwei hydraulisch wirkungsmäßig parallele auf unterschiedliche Druckwerte eingestellte Drucksteuerventile (26, 28) zum Überwachen eines in der Kraftstoffverbindung (10) herrschenden Speisedrucks vorgesehen sind.
10. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der durch die Drucksteuerventile (26, 28) aus der Kraftstoffverbindung (10) abfließende Kraftstoff in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) mündet.
11. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) in Abhängigkeit von einer Einspritzzeit des mindestens einen Kraftstoffven-

tils (16) fördert.

12. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) in Abhängigkeit von einer Motordrehzahl der Brennkraftmaschine fördert.

5

13. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Kraftstoffpumpe (6) in Abhängigkeit von einem Druck in der Druckleitung (14) fördert.

14. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine einen Speisedruck in der Kraftstoffverbindung (10) betriebsabhängig beeinflussende Ventileinrichtung (30, 30c, 30d) vorgesehen ist.

10

15. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (30, 30c, 30d) in einer von der Kraftstoffverbindung (10) in den Kraftstoffvorratsbehälter (2) führenden Kraftstoffleitung (22) vorgesehen ist und sich hydraulisch wirkungsmäßig in Reihe zu einem Drucksteuerventil (26) befindet.

15

20

16. Kraftstoffversorgungsanlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (30, 30d) einen von dem durch die Ventileinrichtung (30, 30d) strömenden Durchflußstrom des Kraftstoffs abhängigen Durchflußwiderstand besitzt.

25

17. Kraftstoffversorgungsanlage nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventileinrichtung (30, 30c) ein elektrisch schaltbares Schaltventil (30c) ist.

30

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

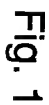


Fig. 2

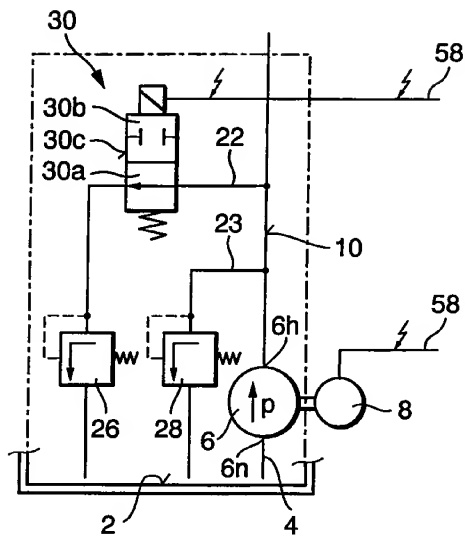


Fig. 3

